

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-025375

(43)Date of publication of application : 04.02.1991

(51)Int.Cl.

G01R 19/00

G01R 33/02

G21B 1/00

H05H 1/00

(21)Application number : 01-159565

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 23.06.1989

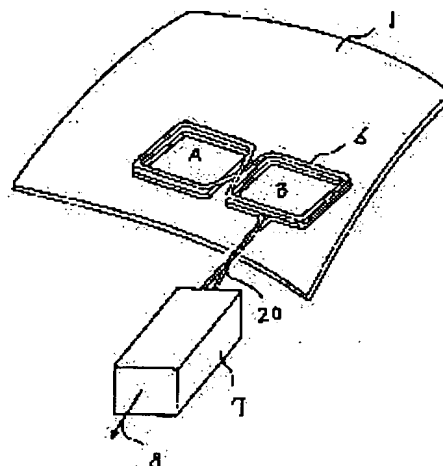
(72)Inventor : KINOSHITA SHIGEMI  
FUKUMOTO EIJI

## (54) EDDY CURRENT MEASURING INSTRUMENT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To measure an eddy current on a vacuum container only by a sensor outside the container by measuring a magnetic field which is perpendicular to the surface of the vacuum container at plural nearby positions and estimating the eddy current flowing on the vacuum container from the difference signal between measured values.

**CONSTITUTION:** The difference voltage between the induced voltage of a right-side loop which is proportional to the time variation of a magnetic field perpendicular to the surface of the vacuum container 1 at a point A and the induced voltage of a right-side loop which is proportional to the time variation of a magnetic field perpendicular to the surface of the vacuum container 1 at a point B is developed across the lead wire of a coil 6. Then the voltage is integrated by an integrator 7 to obtain an output signal 8 which is proportional to the difference between the magnetic fields at the points A and B, i.e. the eddy current which flows between the points A and B.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-25375

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

G 01 R 19/00  
 33/02  
 G 21 B 1/00  
 H 05 H 1/00

識別記号

Z  
 Z  
 A

庁内整理番号

9016-2G  
 8203-2G  
 9014-2G  
 9014-2G

⑭ 公開 平成3年(1991)2月4日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全4頁)

⑮ 発明の名称 渦電流測定装置

⑯ 特 願 平1-159565

⑰ 出 願 平1(1989)6月23日

⑱ 発 明 者 木 下 茂 美 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内  
 ⑲ 発 明 者 福 本 英 士 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内  
 ⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

渦電流測定装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 真空容器内に磁場によつてプラズマを閉じ込める核融合装置において、

前記真空容器の面に垂直な方向の磁場を近接した複数箇所で測定し、磁場測定値の差信号から前記真空容器上を流れる渦電流を推定することを特徴とする渦電流測定装置。

2. 請求項1において、

前記近接した複数箇所の測定点上での前記真空容器に垂直な方向の前記磁場の差信号を8の字形の coils によつて測定する渦電流測定装置。

3. 請求項1において、

前記近接した複数箇所の測定点で前記真空容器に垂直な方向の磁場を磁気プローブ、または、線型 coils またはホール素子によつて測定し、磁場測定値の差信号を電氣的または計算器によつて求める渦電流測定装置。

4. 請求項1の渦電流測定装置を前記真空容器の面にそつて複数個配置し、それによつて前記真空容器上の渦電流分布を推定する渦電流測定装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は核融合装置の真空容器上に流れる渦電流を計測する装置に係り、特に、トーラス形状の磁場閉じ込め核融合装置であるトカマク装置に好適な渦電流測定装置に関する。

〔従来の技術〕

従来よりトーラス型核融合装置、特に、トカマク型核融合装置では、プラズマを真空容器内に閉じ込めるため、プラズマ中や周辺の coils に電流を流し、その電流によつて磁場を発生するようになっている。発生した磁場が時間時に変動する時、電磁誘導によつて真空容器上に渦電流がながれる。この渦電流はプラズマを変形、あるいは、動かす等のプラズマ位置形状制御に係わる問題と共に、強大なローレンツ力によつて真空容器を破壊する

等の問題を発生する恐れがある。従つて、真空容器上の渦電流の測定は装置の運転制御や装置の保護の観点から重要である。

渦電流の測定手段について、核融合研究61巻1号(1989)38に記載の阿部他によるマグネチックアナリシスインクルーディングザフィールドデューツーバキュームベツセルエディカーレンツインザヒタチトカマク(エイチティー2) ("Magnetic Analysis Including the Field due to Vacuum Vessel Eddy Currents in the Hitachi Tokamak (HT-2)")と題する文献で論じられている。この方法では、第2図のように、真空容器1の大気側と真空側の両方に磁気検出器2(磁気プローブ)を配置し、それぞれの磁気検出器で測定した磁場の大きさの違いから真空容器上の渦電流を求める。

(発明が解決しようとする課題)

上記従来技術は磁気検出器を真空容器1の内部、即ち、真空12の領域に配置する必要がある。磁気検出器を真空領域に設置するには、磁気検出器

に吸着した水、酸素や二酸化炭素が真空状態を劣化させるのを防止する、あるいは、プラズマによつて磁気検出器が破損されるのを防止するため、磁気検出器を金属のケースで覆う必要がある。ところが、真空領域に設置する金属ケースは精密加工を必要として製作が難しく、真空リーク等の欠陥が発生しやすい。また、一度設置した磁気検出器が破損すると交換が難しく、小型のトカマク装置では交換不可能という場合もある。

本発明の目的は、真空容器外(大気側)に設置したセンサのみで真空容器上の渦電流を測定できる渦電流測定装置を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するため、本発明は大気側の真空容器上の近接した二箇所以上の点における真空容器に直交する磁場成分を検出するように磁気検出器を配置する。さらに、設置した磁気検出器信号の差信号を得て、その差信号から渦電流を推定する点に特徴がある。

(作用)

第3図を用いて本発明の動作原理を説明する。10は真空容器1に流れる渦電流である。渦電流10は磁力線20を持つ磁場を発生する。渦電流を発生するプラズマ中や外部コイルを流れる電流(外部電流と呼ぶ)のつくる磁場は、電流が真空容器から離れているため、21のような磁力線形状となる。すなわち、渦電流のつくる磁場は近接して設置された二個の磁気検出器5a、及び、5bの場所で方向が逆となり、外部電流のつくる磁場は磁気検出器5a、及び、5bのところで方向が同じになる。

本発明の渦電流測定装置における二個の磁気検出器の出力差は、磁場の方向が逆の渦電流に対しては加えあわせられ、磁場の方向が同じ外部電流のつくる磁場に対しては相殺される。磁気検出器の出力は磁気検出器と電流の距離、及び、電流値の関数となるので、二個の磁気検出器の出力差より真空容器1に流れる渦電流10の値を推定することが可能となる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を第1図によつて説明する。図は本発明による渦電流測定装置を真空容器面上に設置したものである。本実施例の8の字コイル6は、A点の真空容器1に直交する磁場の時間変化に比例する左側ループの誘導電圧とB点の真空容器1に直交する磁場の時間変化に比例する右側ループの誘導電圧の差の電圧がリード線の両端に発生し、その電圧を積分器7によつて積分し、A点とB点の磁場の差、すなわち、A点とB点の間を流れる渦電流に比例した出力信号8を得る。本実施例によれば、8の字コイルと積分器という簡単な構成で真空容器上の渦電流を測定でき、しかも、従来の渦電流測定装置のように高真空の真空容器内に磁気検出器を設置する必要がない。

第4図は第二の実施例を示す。本実施例は、第一の実施例の8の字コイルの動作を二個の鞍型コイル16と差動増幅器8で行うようにしたものである。本実施例は第一の実施例に比べて構成機器が増えて高価になるという短所があるが、差動増幅器、及び、積分器の利得調整でコイル形状の誤

作誤差等に基づく測定誤差を容易に補正できるという効果がある。また、差動増幅器の代りに、二個の積分器出力をデジタル化し、計算機による演算で二個の鞍型コイル出力の差信号を得ることも可能である。

第一または第二の実施例に基づく渦電流測定装置を複数個用意して真空容器上のさまざまな位置に設置すれば、真空容器上の渦電流分布を測定することができる。その場合、第二の実施例で鞍型コイルの代りに小型の磁気プローブを用いれば、磁気プローブが局所的な磁場を計るため、ノイズに弱くなるという欠点があるものの、より詳細な渦電流分布の測定が可能になる。

第二の実施例では、鞍型コイル、及び、積分器の役割を磁場計測用のホール素子で代用できる。この場合、積分器が不要となる。積分器はDCオフセットを積分して出力が飽和してしまう等の問題で長時間の測定には使用できないが、ホール素子にそのような欠点がない。従って、トカマク型核融合装置で長時間の放電を行った後、放電を停

止する時に流れる渦電流を測定する時等に適している。

〔発明の効果〕

本発明は、このように構成されているので以下に示すような効果を奏する。

真空容器上の大気側のみに検出器を設置するので、アウトガス、真空リーク等によつて真空を劣化させない。検出器が破損しても容易に交換が可能のため、信頼性も向上する。また、検出器として8の字コイルを用いることにより、安価に渦電流測定装置を提供することができる。さらに、検出器として鞍型コイルと差動増幅器、または、計算機を用いることにより、鞍型コイルの製作、及び、設置誤差に基づく測定誤差を容易に補正することができる。また、検出器としてホール素子を用いることにより、長時間の測定が可能になる。また、渦電流測定装置を真空容器の面にそつて複数個設置することにより、渦電流の分布から真空容器内のプラズマの挙動を調べることができる。さらに、検出器として小型の磁気プローブを用い

ることにより、より詳細な渦電流空間分布を測定することができる。

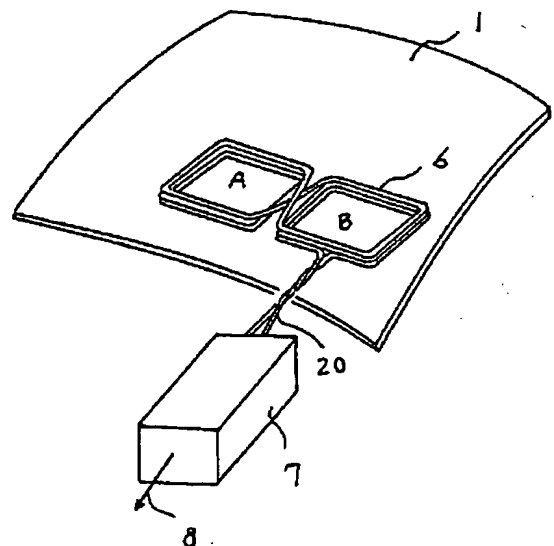
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例の斜視図、第2図は従来の渦電流測定装置を示す平面図、第3図は本発明の動作原理の説明図、第4図は本発明の第二の実施例を示す斜視図である。

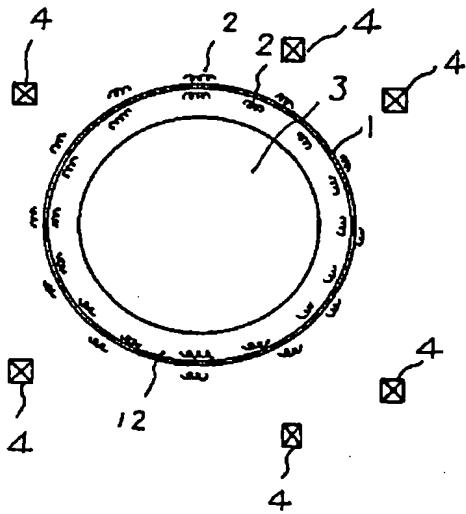
1…真空容器、6…8の字コイル、7…積分器、9…差動増幅器、10…渦電流、16鞍型コイル。

代理人 弁理士 小川勝男

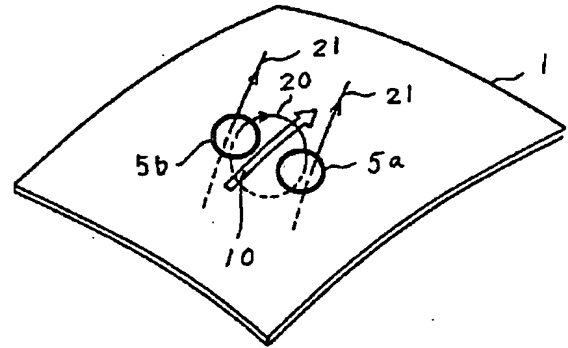
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

